



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 199 13 971 A 1

51 Int. Cl. 7:
A 01 C 21/00
A 01 B 69/00
G 01 C 21/02
G 01 N 21/55

21 Aktenzeichen: 199 13 971.7
22 Anmeldetag: 18. 3. 1999
43 Offenlegungstag: 28. 9. 2000

DE 199 13 971 A 1

71 Anmelder:
Norsk Hydro ASA, Oslo/Osló, NO

74 Vertreter:
Cohausz Hannig Dawidowicz & Partner, 12489
Berlin

72 Erfinder:
Wollring, Jürgen, Dr., 48249 Dülmen, DE

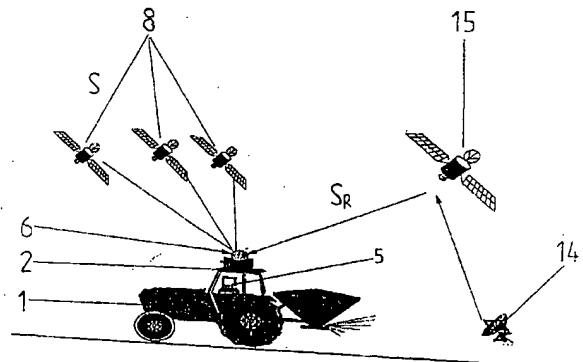
56 Entgegenhaltungen:
DE 197 27 528 A1
DE 195 14 223 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren und Vorrichtung zum teilflächenspezifischen Düngen von Pflanzen

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum teilflächenspezifischen Düngen von Pflanzen. Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Art derart zu verbessern, daß die Verarbeitungssoftware für den Mikroprozessor des Sensors in Echtzeit ohne Zwischenspeicherung auf ein transportables Speichermedium übertragbar und update-bar sowie der Zugriff für den Nutzer ort- und zeitunabhängig bei einfacher und sicherer Handhabung möglich ist. Die Messung und Verarbeitung der Meßwerte wird erfindungsgemäß durch die von den Global Positioning-System(GPS)-Satelliten gesendeten Signalen und den von einem Referenzsatelliten gesendeten Referenzsignalen in Echtzeit gesteuert. Den Sensoren 4 ist ein GPS-Receiver 6 zugeordnet, der mit der Schnittstelle des Sensor-Prozessors oder des Bordrechners 5 verbunden ist.



BEST AVAILABLE COPY

DE 199 13 971 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum teilflächenspezifischen Düngen von Pflanzen, bei dem während der Düngerausbringung durch reflexionsoptische Messung im sichtbaren und nahinfraroten Spektralbereich mittels Sensoren der Chlorophyllgehalt der Pflanzen festgestellt wird, ein zu den Sensoren gehörender Mikroprozessor daraus das Maß für den Ernährungszustand der Pflanzen bestimmt, mit dem ein Jobrechner die entsprechend auszubringende Düngermenge steuert und die tatsächliche Meßposition des Ackerschleppers mit einem Digital-Global-Positioning-System bestimmt wird.

Die Erfindung betrifft ferner eine Vorrichtung zum teilflächenspezifischen Düngen von Pflanzen mit einem verfahrbaren Träger, beispielsweise Fahrzeug und/oder angekuppelte Arbeitsmaschinen, der mit einem Jobrechner ausgerüstet ist, einem oder mehrere auf den Pflanzenbestand in Fahrtrichtung gerichtete, am Träger befestigte Sensoren, denen ein den Ernährungszustand der Pflanzen bestimmender Mikroprozessor zugeordnet ist, der mit dem Jobrechner eines Ausbringers zur variablen Verteilung des Düngers verbunden ist, und einem Ausbringer zur variablen Verteilung des Düngers.

Aus der DE 197 27 528 A1 ist ein Bordcomputersystem für landwirtschaftliche Maschinen- und/oder Gerätekombinationen bekannt, die aus einem Ackerschlepper und an diesem angekuppelten landwirtschaftlichen Arbeitsmaschinen, wie beispielsweise Kreiseleggen, Drillmaschinen, Düngestreuer und Feldspritzen etc. bestehen, wobei über das Bordcomputersystem der Ackerschlepper und/oder die angekuppelte Arbeitsmaschine oder die selbstfahrende Arbeitsmaschine über die in dem Bordcomputersystem eingespeicherten und/oder eingegebenen Einstellwerte einstell-, steuer- und/oder regelbar sind, wobei das Bordcomputersystem mit dem Bordcomputer zusammenwirkende Sensorelemente aufweist, welche Informationen über die Beschaffenheit und den Zustand des Pflanzenbewuchses auf der zu bearbeitenden oder zu bestellenden Fläche aktuell liefert. Dieses bekannte Bordcomputersystem weist einen Rechner mit einer Speichereinheit auf, in welcher Einstelldaten und teilflächenspezifische Daten gespeichert sind. Der Rechner wirkt mit einem DGPS-System zusammen, das satellitengestützt den aktuellen Standort des Ackerschleppers bestimmt. Mit einem am Vorderrad des Ackerschleppers angeordneten Fahrgeschwindigkeitssensor werden dem Rechner Impulse über den zurückgelegten Weg zugeführt.

Bei dieser bekannten Lösung liefert der entsprechende Sensor Meßdaten, die für die Bestimmung des Ernährungszustandes der Pflanzen in einem Bordcomputer dienen, in dessen Speicher aktuelle teilflächenspezifische Daten und Werte von Flächenmerkmalen eingegeben sein müssen. Diese Daten und Werte muß der Landwirt zuvor in den Rechner einspeichern, um sicherzustellen, daß der Rechner die Meßdaten der Sensoren verarbeiten und die tatsächlich benötigte Düngemittelausbringung entsprechend steuern kann. Das hier genannte differentielle Global Positioning System (DGPS) wird zusammen mit dem Fahrgeschwindigkeitssensor nur zur Bestimmung der Koordinaten des Ackerschleppers, d. h. zur Ortung, herangezogen. Die bekannte Lösung ist mit dem Nachteil verbunden, daß keinesfalls immer die aktuellen teilflächenspezifischen Daten und Werte zur Verfügung stehen und Fremdeinflüsse wie Witterung und besondere Verhältnisse an Kuppen, Senken oder Waldrändern unberücksichtigt bleiben. Des weiteren ziehen Sortenänderungen beim Anbau signifikante Veränderungen in den teilflächenspezifischen Daten und Werten nach sich, so daß der Landwirt bei jeder Änderung die Verarbeitungssoft-

ware im Bordcomputer entsprechend verändern muß.

Es ist auch bekannt, die teilflächenspezifischen Daten aus dem Entzug der Vorfrucht auf der entsprechenden Fläche (Schlag) durch eine Ertragsmessung zu ermitteln (siehe Prospekt "Die Innovation für teilflächenspezifische Düngung" der Hydro Agri Deutschland GmbH, 1997). Die Daten der Ertragsmessung werden von einem Bordcomputersystem auf einer Chip-Karte gespeichert und über diese auf den Personalcomputer des Landwirtes übertragen. Der über eine Internet-Adresse erreichbare externe Rechner liest die Daten ein und erstellt daraus eine Düngerapplikationskarte. Die Düngerapplikationskarte wird auf den Personalcomputer des Landwirtes zurückübertragen. Per Chip-Karte wird sodann die Applikationskarte in den Bordrechner des Ackerschleppers eingelesen, der dann die Ausbringung entsprechend steuert. Während der Düngerausbringung wird in einem weiteren Verfahrensschritt, der Chlorophyllgehalt der Pflanzen gemessen. Die Meßwerte werden mit dem Bordcomputer ausgewertet, der auch die Ausbringung ansteuert. Die Umsetzung dieses quasi Online-Düngeverfahrens ist umständlich und zugleich aufwendig, müssen doch die ermittelten Meßdaten und die Applikationskarte auf eine Chip-Karte geladen werden, die der Landwirt in seinen Bordcomputer einspeichern muß.

Bei diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Art derart zu verbessern, daß die Verarbeitungssoftware für den Mikroprozessor des Sensors oder Bordcomputers in Echtzeit ohne Zwischenspeicherung auf ein transportables Speichermedium übertragbar und updatebar sowie der Zugriff für den Nutzer ort- und zeitunabhängig sowie der Zugriff und sicherer Handhabung möglich ist.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren der eingangs genannten Gattung mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 und durch eine Vorrichtung mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 10 gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens und der Vorrichtung sind den Unteransprüchen entnehmbar.

Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht es, die für eine am Ernährungszustand der Pflanzen ausgerichtete variable teilflächenspezifische Düngung notwendige Dünger-Applikationskarte ohne Zwischenspeicherung auf einer Chip-Karte dem Landwirt schnell, einfach und mit hoher Genauigkeit zur Verfügung zu stellen. Die am Ackerschlepper installierten Sensoren zur Ermittlung des aktuellen Ernährungszustandes der Pflanzen werden zu jedem Zeitpunkt mit einer Software gesteuert, die der neuesten Version entspricht. Für den Landwirt wird der Meßprozeß einfacher, überschaubarer und weniger zeitaufwendig. Außerdem wird das umständliche Handling mit Chip-Karten vollkommen vermieden. Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich ferner dadurch aus, daß es erstmals möglich wird, die Daten zu Sortenkorrekturen und Wachstumsstadien, die aktuellen Wetterdaten in die Düngerausbringung mit einzubeziehen. Fehlermöglichkeiten beim Laden der Chip-Karte werden durch den direkten Zugriff auf die aktuelle Version der Verarbeitungssoftware umgangen. Zu jedem Zeitpunkt und an jedem Ort kann der Landwirt auf für die Verarbeitung der Meßdaten erforderliche Software zugreifen. Er benötigt nur eine entsprechende vom Vertreter der Software bereitgestellten Zugangscode, beispielsweise in Form eines Kennwortes oder einer PIN-Nummer, mit der er via Satellit die neue Software für den Mikroprozessor herunterladen kann.

Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht es auch, die von den Sensoren erfaßten und vom Mikroprozessor vorverarbeiteten Meßdaten des Ernährungszustandes der Pflanzen über den Referenzsatelliten und die Erdstation zwecks Weiterverarbeitung an einen Basisrechner zu übertragen, der für

die abgetastete Fläche einen Dünge-Applikationswert ermittelt und diesen Wert im Speicher des Rechners ablegt. Via Internet sind diese Werte dann abrufbar.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens hat den Vorteil eines kompakten und robusten Aufbaus bei gleichzeitiger einfacher Bedienbarkeit.

Mit all diesen Merkmalen wird erreicht, daß die erfindungsgemäße Lösung den komplexen Anforderungen einer teilflächenspezifischen Düngung mit hoher Effizienz und Genauigkeit besser gerecht wird.

Weitere Vorteile und Einzelheiten ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen.

Die Erfindung soll nachstehend an zwei Ausführungsbeispielen näher erläutert werden.

Es zeigen:

Fig. 1 eine Prinzipdarstellung des erfindungsgemäßen Verfahrens ohne aktive Rückübertragung der Meßdaten,

Fig. 2 den prinzipiellen Aufbau von DGPS-Receiver, Mikroprozessor der Sensoren und Jobrechner,

Fig. 3 eine Seitenansicht des Fahrzeuges mit Bordrechner,

Fig. 4 eine Rückansicht des Fahrzeuges mit seitlich am Dach des Fahrzeuges befestigter Sensoranordnung und darüber angeordnetem DGPS-Receiver und

Fig. 5 eine weitere Prinzipdarstellung des erfindungsgemäßen Verfahrens mit Rückübertragung der Meßdaten an die Erdstation, Verarbeitung der Meßdaten zur Düngeapplikationskarte und Einbindung in das Internet.

Beispiel 1

In **Fig. 1** ist das Prinzip des erfindungsgemäßen Verfahrens schematisch gezeigt. Am Dach **2** eines Schleppfahrzeuges **1** ist quer zur Fahrtrichtung ein das Dach **2** seitlich übertragender Tragarm **3** befestigt. Der Tragarm **3** (siehe **Fig. 3** und **4**) trägt jeweils an seinem vorderen Ende zwei schwenkbar einstellbare Sensoren **4**, die vorzugsweise in einem Winkel β von 60° (Schräglage) zum Pflanzenbestand ausgerichtet sind. Beide Sensoren **4** schließen miteinander einen Winkel α von vorzugsweise 90° ein. Die Sensoren **4** besitzen einen Mikroprozessor MP, der die Meßdaten verarbeitet. Der Mikroprozessor MP ist mit dem Jobrechner **5** des Ausbringers verbunden ist. Mittig auf dem Dach **2** ist ein DGPS-Receiver **6** befestigt, dessen Antenne **7** freie Sicht zu den Satelliten **8** und **15** besitzt. Natürlich ist es auch möglich, den Receiver **6** mit Antenne **7** an der Arbeitsmaschine anzuordnen. Dabei muß nur gewährleistet sein, daß die Sicht zu den Satelliten **8** frei bleibt.

Im Receiver **6** ist, wie in **Fig. 2** schematisch gezeigt, ein Empfänger vorgesehen, wobei in einer koordinatenmäßig bekannten Referenzstation und im Empfänger des Schleppfahrzeuges **1** simultan die Code-Entfernungen zu mindestens drei identischen Satelliten **8** gemessen werden. Die Antenne **7** des Receivers **6** empfängt die Signale **S** von allen Satelliten **8**. Die Signale **S** werden an den Vorverstärker **9** und dann an die Hochfrequenzeinheit **10** als die eigentliche Empfangseinheit geleitet, die durch einen Navigationsprozessor **11** gesteuert wird. Über eine Schnittstelle ist dieser mit dem Mikroprozessor MP der Sensoren **4** verbunden.

Der Mikroprozessor MP der Sensoren **4** regelt die Datenerfassung, führt die entsprechenden Berechnungen durch und überträgt die aus den Meßdaten gewonnenen Applikationswerte an den Jobrechner **5**, der seinerseits die Ausbringung des Düngers entsprechend steuert.

Über eine aus Display und Tastatur bestehende Kontroll-einheit **12**, die zum Jobrechner **5** gehört, kann der Benutzer interaktiv mit dem Mikroprozessor MK und dem Jobrechner

5 kommunizieren. Die bordeigene Stromversorgung **13** versorgt den Receiver **6**, den Mikroprozessor MK und den Jobrechner **5** mit Strom. Von der Erdstation **14** werden die Referenzsignale S_R über den Referenzsatelliten **15** zum Receiver **6** übertragen. Mit den Referenzsignalen S_R werden von der Erdstation **14** zugleich Steuerungssignale für das Zu- oder Abschalten des Receivers **6** und damit der Sensoren **4** mitübertragen. Das Freischalten des Receivers **6** erfolgt durch eine, vom Betreiber als Kennwort oder PIN-Nummer vergebene Zugangsberechtigung oder eine entsprechende softwaremäßige Identifikation der Sensoren **4**, die zeitlich begrenzt ist. Von der Erdstation **14** kann auch die neueste Version der Verarbeitungssoftware für die Sensoren **4** über den Referenzsatelliten **15** und den Receiver **6** in den Mikroprozessor MP eingelesen werden. Dem Mikroprozessor MP stehen somit zur Meßwertaufnahme und -vorverarbeitung immer die neuesten Versionen der Verarbeitungssoftware zur Verfügung. Gleichzeitig sind über den Referenzsatelliten auch Informationen über die Sortenänderungen, Daten zu Wachstumsstadien, Wetterdaten abgreifbar, die ein optimales Ausbringen des Düngers sichern helfen.

Beispiel 2

Das Schleppfahrzeug **1** ist zusätzlich mit einem Sender **16** (siehe **Fig. 5**) ausgerüstet, der die im Mikroprozessor MP gespeicherten, ggf. vorverarbeiteten Meßdaten über den Satelliten **15** zur Erdstation **14** rücküberträgt, die die Meßdaten empfängt, demoduliert und an einen Basisrechner **17** weiterleitet. Im Basisrechner **17** werden die Meßdaten zu einer Düngeapplikationskarte verarbeitet und in einer Datenbank für den Nutzer via Internet **18** unter einem spezifischen Kennwort zum Abruf bereitgehalten.

Aufstellung der verwendeten Bezugszeichen

- 1 Schleppfahrzeug
- 2 Dach
- 3 Tragarm
- 4 Sensoren
- 5 Jobrechner
- 6 DGPS-Receiver
- 7 Antenne von 6
- 8 Satelliten
- 9 Vorverstärker
- 10 Hochfrequenzeinheit
- 11 Navigationsprozessor
- 12 Kontrolleinheit
- 13 Stromversorgung
- 14 Erdstation
- 15 Referenzsatellit
- 16 Sender
- 17 Basisrechner
- 18 Internet
- 19 Ausbringer
- MP Mikroprozessor der Sensoren **4**
- S Satellitensignale
- S_R Referenzsignale
- α Blickwinkel des Sensors
- β Schräglage des Sensors

Patentansprüche

1. Verfahren zum teilflächenspezifischen Düngen von Pflanzen, bei dem während der Düngerausbringung durch reflexionsoptische Messung im sichtbaren und nahinfraroten Spektralbereich mittels Sensoren der Chlorophyllgehalt der Pflanzen festgestellt wird, ein zu

den Sensoren gehörender Mikroprozessor daraus das Maß für den Ernährungszustand der Pflanzen bestimmt, mit dem ein Jobrechner die entsprechend auszubringende Düngermenge steuert und die tatsächliche Meßposition des Ackerschleppers mit einem Digital-Global-Positioning-System bestimmt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Messung und Verarbeitung der Meßwerte im Mikroprozessor der Sensoren durch die von den Global Positioning-System(GPS)-Satelliten gesendeten Signale und den von einem Referenzsatelliten gesendeten Referenzsignalen in Echtzeit gesteuert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoren (4) von einer Erdstation (14) über den Referenzsatelliten (15) für den Nutzer frei- oder abgeschaltet werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Änderungen im Meßalgorithmus und in der Verarbeitungssoftware von der Erdstation über den Referenzsatelliten (15) zum Mikroprozessor der Sensoren (4) übertragen werden.

4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß zur Verarbeitung der Meßdaten im Mikroprozessor spezifische Fremddaten, vorzugsweise Daten zu Sortenkorrekturen und Wachstumsstadien, meteorologische Daten, besondere Verhältnisse an Senken, Kuppen oder Waldränder der Meßfläche von den Satelliten zum Mikroprozessor übertragen werden.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die der jeweiligen Meßposition entsprechenden Meßdaten vom Mikroprozessor (MP) der Sensoren (4) zum Referenzsatelliten (15) und sodann zur Erdstation (14) zwecks Weiterverarbeitung übertragen werden und anschließend die verarbeiteten Daten in einem Basisrechner (17) als ein Düng-Applikationswert für die abgetastete Fläche abgelegt wird, der bei Abruf aus dem Basisrechner (17) über eine Internet-Adresse zum Ansteuern der Düngerausbringung durch den Mikroprozessor der Sensoren bereitsteht.

6. Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Messung als Einweg-Methode durchgeführt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Messung als Zweiweg-Methode durchgeführt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Zugang des Endnutzers zum Sensor für eine vorwählbare Zeit aktivierbar ist.

9. Verfahren nach Anspruch 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Messung mit natürlichem oder künstlichem Licht durchgeführt wird.

10. Vorrichtung zum teilflächenspezifischen Düngen von Pflanzen zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 mit einem verfahrbaren Träger, beispielsweise Fahrzeug und/oder angekuppelte Arbeitsmaschine, der mit einem Jobrechner ausgerüstet ist, einem oder mehreren auf den Pflanzenbestand in Fahrtrichtung gerichteten, am Träger befestigten Sensoren, denen ein den Ernährungszustand der Pflanzen bestimmender Mikroprozessor zugeordnet ist, der mit dem Jobrechner verbunden ist, und einem Ausbringer zur variablen Verteilung des Düngers, dadurch gekennzeichnet, daß den Sensoren (4) ein DGPS-Receiver (6) zugeordnet ist, der mit der Schnittstelle des Mikroprozessors (MP) der Sensoren (4) verbunden ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Antenne (7) des Receivers (6) auf einer mit dem Träger (3) bewegenden, vom Satelliten

frei einsehbaren Position angeordnet ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10 und 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoren (4) am Träger (3) oder Ausbringer, vorzugsweise in einer seitlich das Dach des Trägers überkragenden Position angeordnet ist.

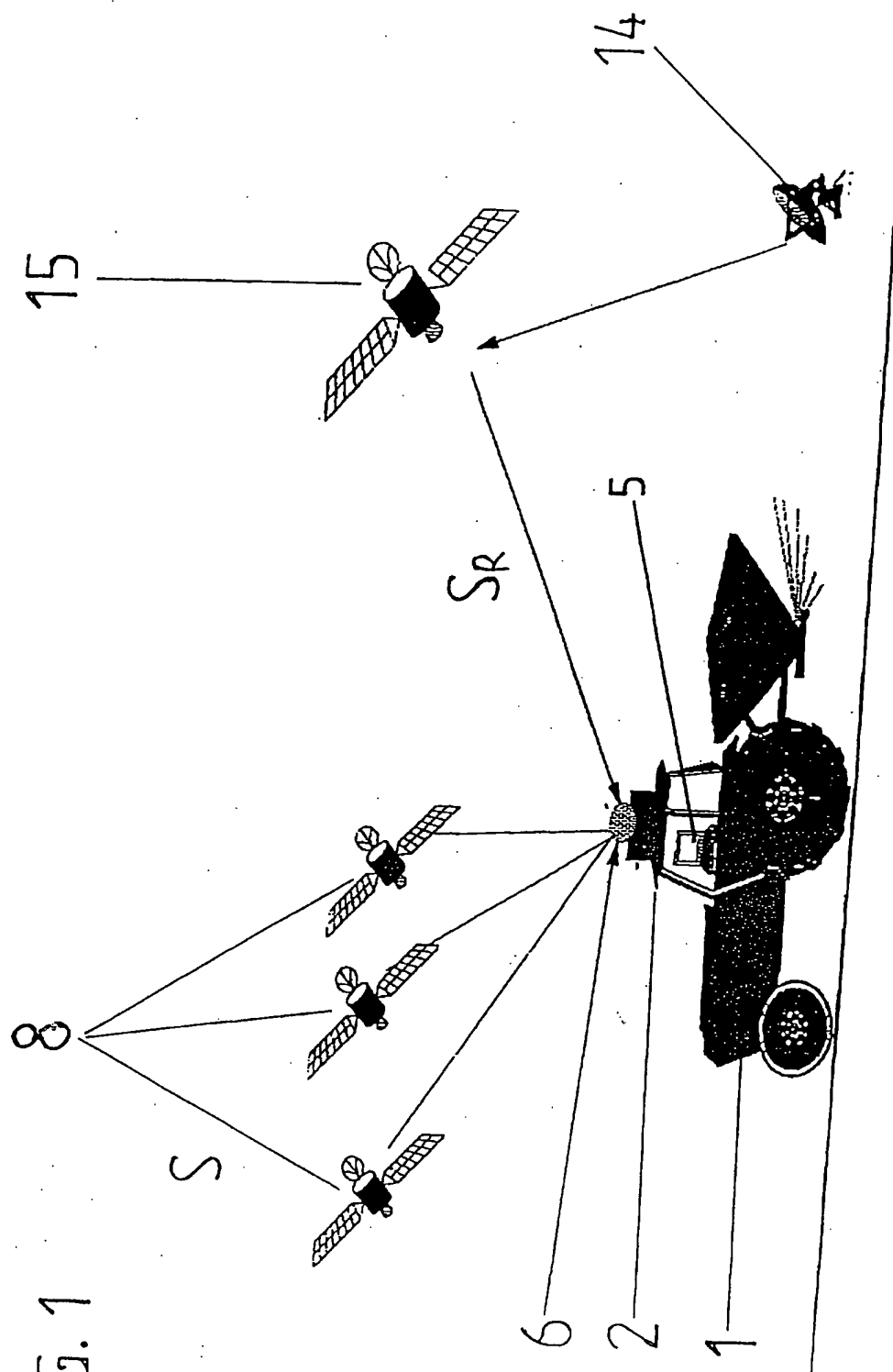
13. Vorrichtung nach Anspruch 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Mikroprozessor (MP) der Sensoren (4) mit einem Sender (16) zur Abstrahlung der Meßdaten verbunden ist.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

THIS PAGE BLANK (USPTO)

FIG. 1



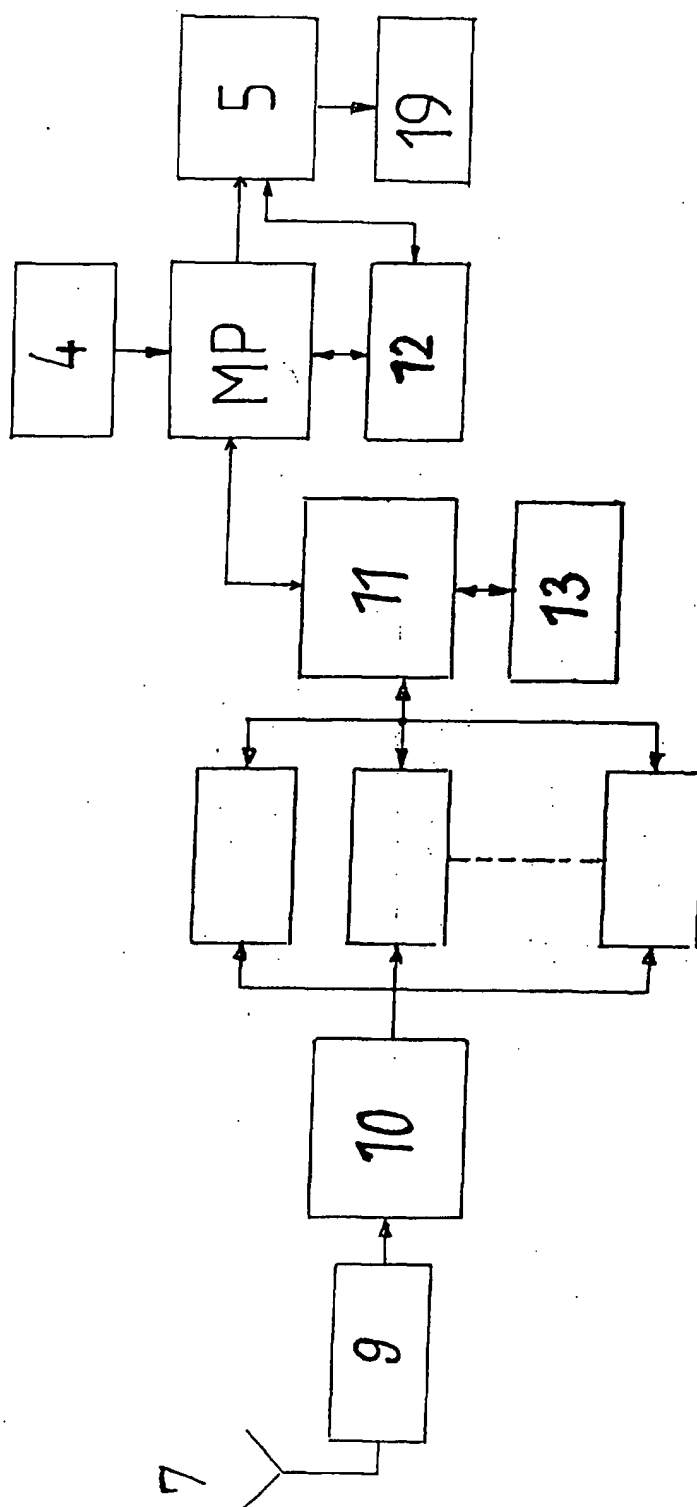


FIG. 2

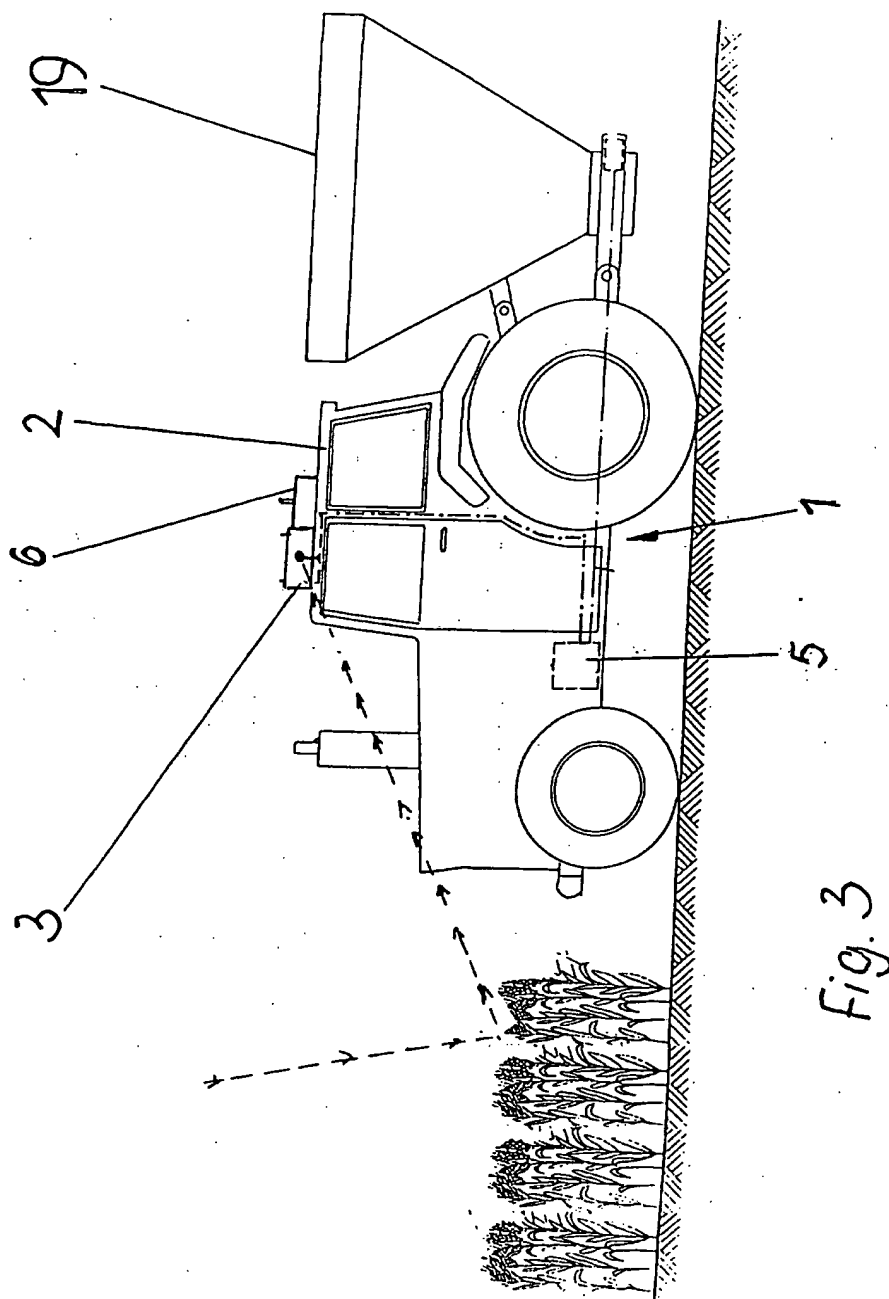
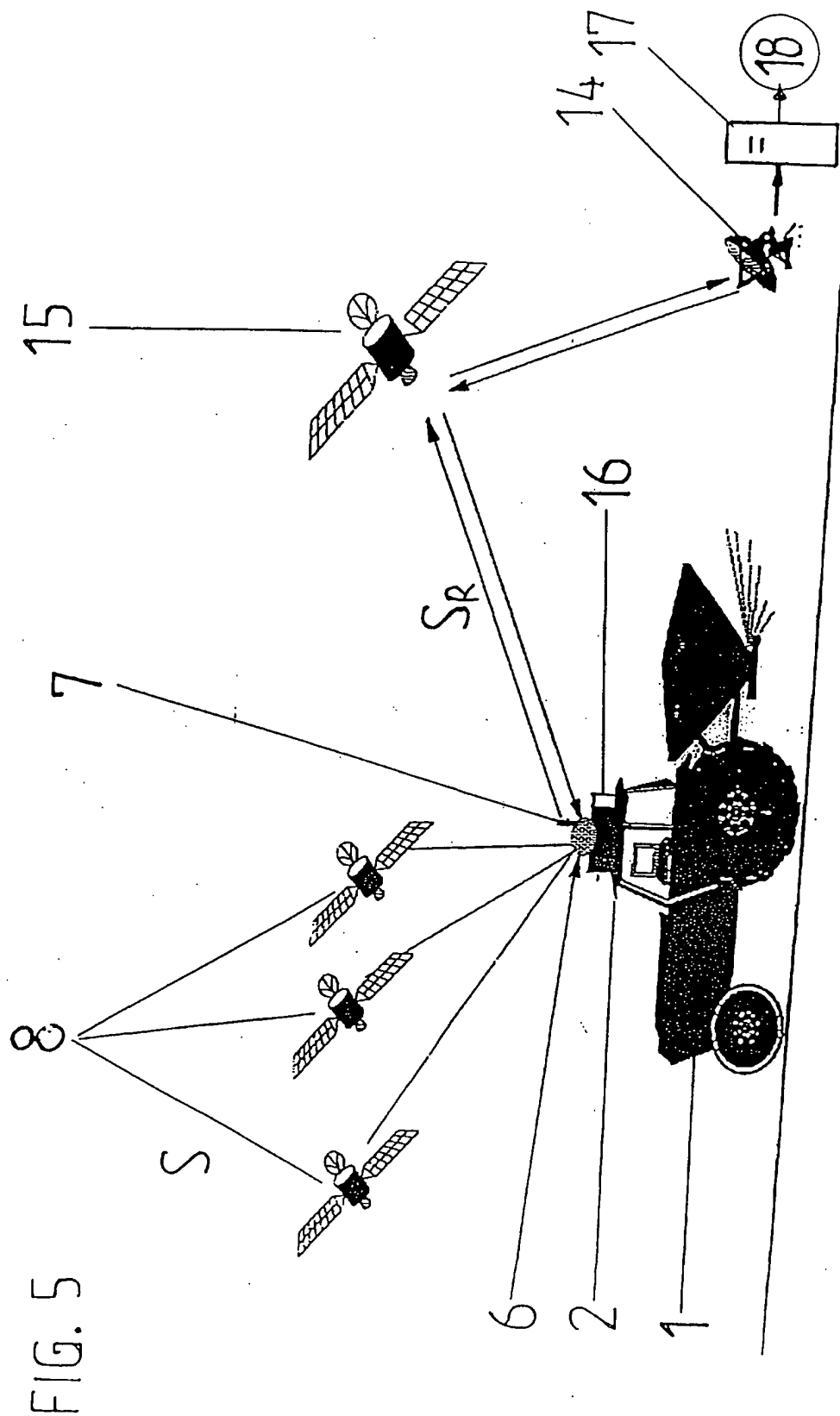


Fig. 3



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.